

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-124923

(43)Date of publication of application : 17.05.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/316
H01L 21/22
H01L 21/268
H01L 27/108
H01L 21/8242

(21)Application number : 06-257968

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.10.1994

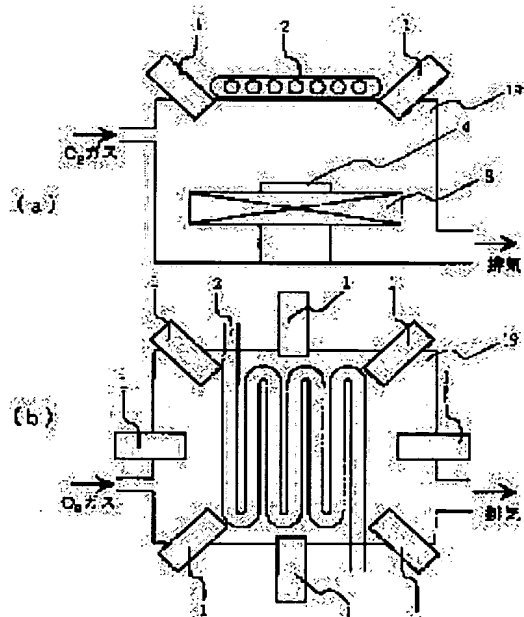
(72)Inventor : MATSUI YUICHI
MIKI HIROSHI
HIRAYAMA MISUZU
OJI YUZURU
IIJIMA SHINPEI

(54) METHOD AND SYSTEM FOR HEAT TREATING THIN OXIDE FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress leak current effectively without causing any damage on a thin oxide film by irradiating the thin oxide films with first and second lights emitted from first and second light sources having specified emission wavelengths thereby heat treating the thin oxide film in oxidizing atmosphere.

CONSTITUTION: A thin oxide film is heat treated in oxidizing atmosphere. The thin oxide film is irradiated with a first light from first light source 1 having emission wavelength in the range of 130-170nm and a second light from a second light source 2 having emission wavelength in the range of 200-300nm and heat treated. For example, a deuterium lamp 1 is employed as a light source for exciting oxygen molecules to produce ozone and a low pressure mercury lamp 2 is employed as a light source for exciting the ozone to produce oxygen radicals. A sample 4 where Ta₂O₅ is deposited on a silicon substrate is heat treated at 400° C for 10min. in oxygen gas atmosphere.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3450463

[Date of registration]

11.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-124923

(43) 公開日 平成8年(1996)5月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/316	P			
21/22	5 1 1 A			
21/268	B			
27/108				
		7735-4M	H 0 1 L 27/ 10	6 5 1
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願平6-257968	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成6年(1994)10月24日	(72) 発明者	松井 裕一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	三木 浩史 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	平山 美鈴 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(74) 代理人	弁理士 薄田 利幸
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 酸化物薄膜の熱処理方法および熱処理装置

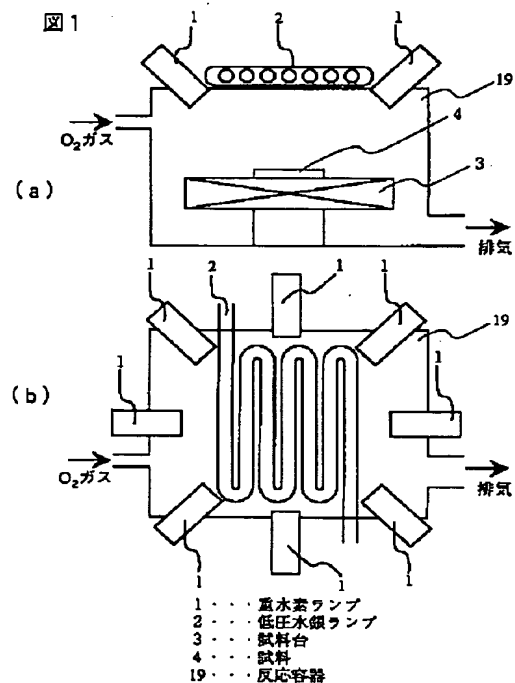
(57) 【要約】

【目的】 損傷を与えることなしに、リーク電流を低減させることができる酸化物薄膜の熱処理方法およびこれに用いる熱処理装置を提供する。

【構成】 重水素ランプ1と低圧水銀ランプ2からの光を照射しながら、酸化性ガス雰囲気中において酸化物薄膜4を熱処理する。重水素ランプ1によって酸素がオゾンに励起され、低圧水銀ランプ2によってオゾンが酸素ラジカルに励起される。

【効果】 プラズマを用いないため、酸化物薄膜に損傷が生ぜず、さらに、酸素ラジカルが常に生成され続けるので、300℃以上の高温においても熱処理を行なうことができ、高い絶縁耐圧を有する酸化物薄膜を作製できる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸化物薄膜を酸化性雰囲気中において熱処理する方法であって、当該熱処理は少なくとも130nm以上170nm以下に発光波長を有する第1の光源から発する第1の光および少なくとも200nm以上300nm以下に発光波長を有する第2の光源から発する第2の光を、上記酸化物薄膜に照射して行われることを特徴とする酸化物薄膜の熱処理方法。

【請求項2】 上記第1の光源は重水素ランプであり、上記第2の光源は低圧水銀ランプであることを特徴とする請求項1に記載の酸化物薄膜の熱処理方法。

【請求項3】 上記酸化物薄膜は、タンタル酸化膜であることを特徴とする請求項1若しくは2に記載の酸化物薄膜の熱処理方法。

【請求項4】 上記タンタル酸化膜の膜厚は20nm以下、5nm以上であることを特徴とする請求項3に記載の酸化物薄膜の熱処理方法。

【請求項5】 上記熱処理は、300℃以上、700℃以下の温度で行われることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の酸化物薄膜の熱処理方法。

【請求項6】 上記酸化物薄膜は、Si、Ta、Ti、Zr、Hf、Y、Pb、Nb、Sr、Ba、LaおよびBiからなる群から選ばれた少なくとも一種の酸化物若しくは当該酸化物の混合物であることを特徴とする請求項1若しくは2に記載の酸化物薄膜の熱処理方法。

【請求項7】 反応容器と、当該反応容器内に配置された試料台と、上記反応容器内に所定のガスを導入する手段と、上記反応容器内からガスを排出する手段と、上記試料台の上に置かれた試料を加熱する手段と、少なくとも130nm以上170nm以下の発光波長を有する第1の光源と、少なくとも200nm以上300nm以下の発光波長を有する第2の光源を、少なくとも具備することを特徴とする熱処理装置。

【請求項8】 上記第1の光源は重水素ランプであり、上記第2の光源は低圧水銀ランプであることを特徴とする請求項7に記載の熱処理装置。

【請求項9】 上記第1の光源と上記試料の間の距離は20cm以下であることを特徴とする請求項7若しくは8に記載の熱処理装置。

【請求項10】 上記第2の光源と上記試料の間の距離は20cm以下であることを特徴とする請求項7から9のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項11】 反応容器と、当該反応容器内に配置された試料台と、上記反応容器内に所定のガスを導入する手段と、上記反応容器内からガスを排出する手段と、上記試料台の上に置かれた試料を加熱する手段と、少なくとも130nm以上170nm以下および少なくとも200nm以上300nm以下の発光波長を有する光源を、少なくとも具備することを特徴とする熱処理装置。

【請求項12】 上記光源は、シンクロトロン放射光であ

ることを特徴とする請求項11に記載の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、酸化物薄膜の熱処理方法およびこれに用いる熱処理装置に関し、詳しくは、上記酸化物薄膜に損傷を与えることなしに、リーク電流を効果的に減少させることのできる、酸化物薄膜の熱処理方法およびこの熱処理方法に用いる熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体記憶装置の容量絶縁膜として、小面積で大容量を得るために、高誘電率絶縁膜である Ta_2O_5 （五酸化タンタル）膜を用いることが検討されている。この場合、容量絶縁膜は、立体的な構造を有する電極上に形成することを目的としているので、 Ta_2O_5 膜の製造方法としては段差被覆性がすぐれた方法を用いる必要があり、タンタルの有機化合物を原料とした化学的気相成長法（CVD法）が、この理由から用いられている。

【0003】 しかし、この方法によって形成された Ta_2O_5 膜は、原料から混入した不純物炭素や酸素欠損が多く含まれ、リーク電流が極めて大きいので、 Ta_2O_5 膜を形成した後に熱処理を行って、上記不純物炭素や酸素欠損を除去することが、不可欠である。

【0004】 上記 Ta_2O_5 膜中の不純物炭素や酸素欠損を除去するためには、酸化雰囲気中での熱処理が効果的であり、特に酸化性の強い酸素ラジカルを用いる熱処理方法が検討されている。例えば、酸素を低圧水銀ランプで活性化する方法（UV- O_2 アニール法）が、特開平1-128531およびエクステンディッド・アブストラクツ・オブ・コンファレンス・オン・ソリッド・ステイト・デバイス・アンド・マテリアルズ、1987年、219ページ（Extended Abstracts of Conference on Solid State Devices and Materials, p.219 (1987)）に開示されている。また、他の方法として、オゾンを用いた低圧水銀ランプで活性化する方法（UV- O_3 アニール法）が、特開平2-283022や、「テクニカル・ダイジェスト・オブ・シンポジウム・オン・ブイエルエスアイ・テクノロジー、1989年、25ページ（Technical Digest of Symposium on VLSI Technology, p.25 (1989)）に開示されている。さらに、酸素をプラズマで活性化する方法（ O_2 プラズマアニール法）が、特開平4-199828やエクステンディッド・アブストラクツ・オブ・コンファレンス・オン・ソリッド・ステイト・デバイス・アンド・マテリアルズ、1993年、862ページ（Extended Abstracts of Conference on Solid State Devices and Materials, p.862 (1993)）に開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 酸素分子とオゾンの光

吸収係数の波長依存性を図2に示す。図2から明らかなように、酸素分子は200nm以下の波長の光を吸収してオゾンになり、さらにオゾンは200nm以上300nm以下の波長の光を吸収して酸素ラジカルになる。

【0006】UV-O₂アニール法に用いられる低圧水銀ランプは、図3に示すように波長254nmにピークをもつ光L₁および波長185nmにピークを有する光L₂を発光し、このうち、波長254nmにピークをもつ光L₁によって、オゾンを酸素ラジカルまで励起することが可能である。しかし、図2を参照すれば明らかなように、波長185nmにピークをもつ光L₂では酸素分子の励起が極めて低いため、得られるオゾン濃度が低く、その結果、酸素ラジカルを十分に供給することができず、Ta₂O₅膜中の酸素欠損を修復してリーク電流を低減させる効果が不十分になる。

【0007】そこで、プラズマによってあらかじめ酸素分子をオゾンに励起して熱処理室に輸送し、当該処理室内において上記オゾンを低圧水銀ランプで励起して、酸素ラジカルを生成させ、Ta₂O₅膜を処理する方法が提案されている(UV-O₃アニール法)。この方法に用いられる装置の代表的な一例を図4に示した。しかし、酸素欠損を十分に修復するためには、上記熱処理室内における処理温度を十分高くする必要があるが、オゾンは300℃以上で容易に酸素分子に解離してしまうため、熱処理時の基板温度を300℃以上に高くすると、オゾンが解離してリーク電流低減効果が小さくなってしま

う。

【0008】一方、Ta₂O₅膜を形成した後、酸素プラズマに曝して熱処理を行う方法(O₂プラズマ・アニール法)も提案されている。この方法に用いられる装置の代表的な一例を図5に示した。この方法は、Ta₂O₅膜の表面において、酸素ラジカルが常に生成し続けられるので、基板温度を300℃以上に高くしても、高温による酸素ラジカルの解離は相殺され、Ta₂O₅膜中の酸素欠損に起因するリーク電流は効果的に低減される。

【0009】しかし、この方法では、Ta₂O₅膜がプラズマによって損傷を受けて、リーク電流発生の新らしい原因が生じてしまう。そのため、プラズマを用いることなしに、光と熱のみでTa₂O₅膜のリーク電流を効果的に低減できる熱処理方法およびそれに用いる熱処理装置が、強く求められていた。

【0010】本発明の目的は、従来の熱処理方法の有する上記問題を解決し、酸化物薄膜に損傷を与えることなく、リーク電流を効果的に低減することのできる、酸化物薄膜の熱処理方法およびこの熱処理方法を実施するための熱処理装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、酸素をオゾンに励起できる波長をもった光を発光する第1の光源(例えば重水素ランプ)と、オ

ゾンを酸素ラジカルに励起できる波長をもった光を発光する第2の光源(例えば低圧水銀ランプ)を用いて酸化物薄膜を照射して熱処理を行ない、酸素から酸素ラジカルを生成させるものである。

【0012】

【作用】図3に示したように、重水素ランプは160nm付近に特に大きな発光ピークを有しており、酸素分子は、この波長領域における光吸収係数が大きいので、酸素を効果的に吸収してオゾンが生成される。さらに、生成されたオゾンは、低圧水銀ランプから発生された波長254nmの光L₁によって酸素ラジカルに励起される。なお、重水素ランプも波長200nm~300nmの発光を有しているが、発光強度が低圧水銀ランプに比べて5桁程度小さいため、重水素ランプのみではオゾンを酸素ラジカルに励起させる効果が低く、第2の光源として低圧水銀ランプを用いた方が、オゾン生成の効果がはるかに大きい。

【0013】従って、300℃以上の温度に昇温された基板の表面において、オゾンが解離されて酸素分子に戻っても、重水素ランプからの励起光が常に照射されているため、戻った酸素分子が再びオゾンに励起されて、十分な量のオゾンが確保され、さらに、このオゾンは、上記低圧水銀ランプからの波長245nmの光L₁によって酸素ラジカルに励起されて、十分な量の酸素プラズマが生成される。

【0014】その結果、O₂プラズマアニール法と同様に、基板温度を300℃以上に高温化することができ、しかも、プラズマは使用されず、光と熱のみによる熱処理であるため、上記プラズマによる損傷が起らず、リーク電流を発生させる要因が新しく生じることはない。

【0015】本発明において、重水素ランプおよび低圧水銀ランプの光強度は大きいほど好ましい。上記ランプの光強度が過度に小さいと、十分な効果を得るのが困難になるので、重水素ランプの光強度は10⁻²μW/cm²、低圧水銀ランプの光強度は1mW/cm²以上とした方がよい。また、上記重水素ランプに対する低圧水銀ランプの光強度の比は、1~10⁵の範囲で実施することができ、1~10²の範囲にすれば、極めて好ましい結果が得られる。

【0016】

【実施例】

〈実施例1〉本発明の実施に用いる熱処理装置の一例を図1に示す。従来の熱処理装置と同様に、試料4を加熱するためのヒータ(図示せず)を備えた試料台3が反応容器19内に設けられ、当該反応容器19内に酸素ガスを供給するラインおよび上記反応容器19から排気するラインが設けられている。酸素の流量をマスフローコントローラー(図示せず)によって制御し、フルスケールの異なるものを並列に設置することによって、10ccmから10l/分の範囲で制御できるようにした。排気

系としては、ターボモレキュラーポンプとロータリーポンプを備え、コンダクタンスバルブによって圧力を0.1 Torrから10 Torr程度の範囲内で制御できるようにした。排気をポンプ系に通さずに、排気ダクトに流れるようにすれば、常圧での熱処理を行うことも可能である。

【0017】酸素分子をオゾンに励起するための光源として重水素ランプ1、およびオゾンを酸素ラジカルに励起するための光源として低圧水銀ランプ2を設けた。なお、重水素ランプ1は口径が小さいので、試料（ウェハ）4の全面を均一な輝度で照射するためには、重水素ランプ1を複数本設けることが好ましく。本実施例では8本使用した。使用される重水素ランプ1の数は、照射の均一性からすれば、多いほど好ましいが、重水素ランプ1の種類、および試料4の大きさや数などによって適宜選択される試料4と上記重水素ランプ1および低圧水銀ランプ2との距離は、上記重水素ランプ1および低圧水銀ランプ2の輝度と、雰囲気ガスの圧力によるが、十分な酸素ラジカルを得るためには、ほぼ20 cm以内とすることが好ましい。しかし、あまり近過ぎると照射の均一性が低下するので、試料4と上記重水素ランプ1および低圧水銀ランプ2との距離を過度に近くするのは避けた方がよい。最短の距離は、使用されるランプ1、2の種類、数および試料4の大きさと数および雰囲気ガスの圧力などによって適宜選択される。

【0018】また、本実施例では試料4を1枚ずつ処理する枚葉式の装置を用いたが、試料台3の大きさを、その上に試料4を複数枚置ける大きさにして、ランプの本数を全試料に光を均一に照射できるように増やすことによって、バッチ式の装置にすることも可能である。

【0019】図6に示したように、n型、比抵抗0.01 Ω cm程度の低抵抗のシリコン基板6（直径10 cmおよび15 cm）を、1/10程度に希釈したフッ酸溶液中に1分間浸して表面をエッチし、水切れを確認した後、水洗および乾燥を行ない、次に、Ta₂O₅膜7を化学的気相成長法で形成した。当該化学的気相成長法は、ペンタエトキシタンタル（原料容器を125℃に加熱、キャリアガス：N₂、流速：50 ccm）と酸素（流速：600 ccm）を、反応ガスとして熱処理装置の反応容器内に導入し、圧力0.2 Torr、基板温度420℃という条件で行なって、膜厚9 nmのTa₂O₅膜7を形成した。なお、この場合における上記ペンタエトキシタンタルの流量は、キャリアガスとして用いたN₂の数分の一程度であった。

【0020】次に、図1に示した装置を用い、重水素ランプ1を8本と低圧水銀ランプ2を1本を、試料4とランプ1、2の間隔20 cmで照射しながら、酸素ガス雰囲気中において、温度400℃、10分間の熱処理を行なった。このようにして得られたTa₂O₅膜7の上に厚さ100 nmのW膜8を形成し、周知のホトエッチング

によって不要部分を除去して、一辺100 μ mの特性測定用上部電極を形成した。

【0021】比較のため、上記方法によって形成されたTa₂O₅膜7を、従来の熱処理方法（UV-O₂アニール法、UV-O₃アニール法およびO₂プラズマ法）に従ってそれぞれ熱処理した後、同様にして特性測定用上部電極8を各表面上に形成し、両者の電圧-電流特性を測定した。なお、上記UV-O₂アニール法は、熱処理室に酸素ガスを導入し、低圧水素ランプのみで励起を行ない、基板温度は280℃とした。上記UV-O₃アニール法は、マイクロ波プラズマによって、酸素分子をあらかじめオゾンに励起した後、処理室内に輸送して、低圧水銀ランプのみによって励起を行ない、基板温度は280℃とした。また、上記O₂プラズマアニール法は、圧力10 Torrの酸素雰囲気中において、周波数13.56 MHzの高周波電力を印加して酸素プラズマを形成し、400℃に加熱した試料を当該酸素プラズマ中に曝した。本実施例および上記従来の熱処理方法のうち、UV-O₂アニール法とUV-O₃アニール法は、いずれも反応容器内の圧力は常圧とし、反応時間は、O₂プラズマアニール法を含めすべて10分間として行なった。

【0022】得られた結果を図7に示した。図7から明らかなように、本実施例において得られたTa₂O₅膜は、他の熱処理方法によって得られたTa₂O₅膜に比べてリーク電流密度が小さく、Ta₂O₅膜のリーク電流密度を低減させる効果が、他の従来の熱処理方法よりも大きい。さらに、図8は、本実施例によって形成されたTa₂O₅膜の絶縁耐圧（判定電流密度：10⁻⁸ A/cm²）の基板温度依存性を、従来のUV-O₃アニール法によって得られ結果と比較した図である。上記のように、UV-O₃アニール法の場合は、熱処理温度が300℃以上になると、リーク電流低減効果がなくなって、絶縁耐圧が著しく低下してしまうのに対し、本発明の場合は、熱処理温度が300℃以上であっても、絶縁耐圧は単調に増加し、高温においても高い耐圧が得られ、400℃程度が最適であることが認められた。ただし、過度に高温になると、シリコン基板とTa₂O₅膜の界面におけるシリコン酸化膜の成長が著しくなって、容量が低下してしまう恐れがあり、また、Ta₂O₅膜が結晶化して、リークなど好ましくない障害が生ずる恐れがあるので、熱処理温度を過度に高くするのは避けた方がよく、このような理由から、本発明の熱処理は、300℃～700℃の温度範囲で行なうことが好ましい。

【0023】本実施例において、Ta₂O₅膜の形成法として、ペンタエトキシタンタルを原料とした化学的気相成長法を用いたが、Taの原料としては、上記ペンタエトキシタンタルのみではなく、TaCl₅、Ta(OC₂H₅)₅、Ta(N(CH₃)₂)₅など、各種Taの有機物ソースを用いることができ、さらに、酸素雰囲気中（例えばO₂/Ar=10%、5 mTorr）において

Taターゲットを、RFパワー150W程度のRFスパッタによってTa₂O₅膜を形成してもよい。本発明によって得られた上記効果は、Ta₂O₅膜の形成方法とは無関係に、同様に得られることが確認された。また、Ta₂O₅膜の膜厚は、酸素ラジカルの拡散長を考慮すると、20nm以下、好ましくは10nm以下にすることがよい。しかし、あまり膜厚が小さいと、ピンホールの発生など、好ましくない障害が発生する恐れがあるので、実用上は5nm以下にするのは避けた方がよい。

【0024】本実施例では、キャパシタの下部電極としてシリコン膜を用いたが、シリコン膜のみではなく、例えばWなどの各種金属材料や、それらのシリサイドからなる膜を用いることができ、同様の効果が得られた。さらに、キャパシタ絶縁膜として本実施例ではTa₂O₅膜を用いたが、Si、Ti、Zr、Hf、Y若しくはNbの酸化物膜、PbTiO₃膜、Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃膜、SrTiO₃膜、Ba_xSr_{1-x}TiO₃膜、Bi系層状誘電体化合物薄膜等の酸化物の混合物からなる膜を用いた場合でも、同様の効果が得られた。

【0025】本実施例においては、励起光源として重水素ランプおよび低圧水銀ランプを用いた。しかし、重水素ランプおよび低圧水銀ランプのみではなく、酸素の光吸収係数が10cm⁻¹atm⁻¹以上になる、130nm以上170nm以下の波長の光を発光できる第1の光源と、オゾンの光吸収係数が10cm⁻¹atm⁻¹以上になる、200nm以上300nm以下の波長の光を発光できる第2の光源を、組み合わせて使用すれば同様の効果が得られる。また、例えばシンクロトロン放射光のように、上記130nm以上170nm以下および200nm以上300nm以下の、両波長を有する光を発光することのできる光源を用いてもよい。

【0026】〈実施例2〉本実施例は、本発明による熱処理方法を、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ(DRAM)の作製に適用した例である。メモリセルの断面図を図9に示す。ここで、容量絶縁膜は膜厚9nmのTa₂O₅膜9であり、ペンタエトキシタンタルを原料とした上記実施例1と同じ化学的気相成長法を用いて、多結晶シリコン膜13の上に形成し、重水素ランプおよび低圧水銀ランプを用いて照射を行ないながら、酸素雰囲気中で、400℃、10分間の熱処理を行なった。使用された低圧水銀ランプおよび重水素ランプの数は、それぞれ1および8である。

【0027】このようにして形成されたTa₂O₅膜9のSiO₂換算膜厚は2.5nmであり、耐圧は2V(判定電流密度10⁻⁸A/cm²)であり、このTa₂O₅膜9を有し、図9に示す断面構造を有する半導体装置はDRAMとして動作できることが確認された。また、本発

明によって形成されたTa₂O₅膜9は、DRAMのみではなく、通信用LSIなど、大容量を必要とするコンデンサ部分に適用することができるというまでもない。また、容量素子としてだけでなく、MOSトランジスタのゲート酸化膜の形成に適用しても、従来方法よりも高い絶縁耐圧を有する酸化膜が得られる。

【0028】なお、図9において、記号10はSi基板、11はSiO₂膜、12はTiN膜、14はn⁺領域(ソース・ドレイン領域)、15は多結晶シリコン膜(ワード線)、16はPSG/SOG/PSG膜、17はWSi₂膜、18はBPSG/HLD膜を、それぞれ表わし、Ta₂O₅膜9以外の部分は、すべて従来周知の方法を用いて形成した。

【0029】

【発明の効果】上記説明から明らかなように、本発明によれば、高い絶縁耐圧を有する高誘電率酸化物膜を作製することが可能になり、DRAMなど、各種半導体装置の微細化および集積密度の向上に極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による熱処理装置の一例を示す断面図および平面図、

【図2】酸素とオゾンの光吸収係数の波長依存性を示す図、

【図3】重水素ランプと低圧水銀ランプの発光スペクトルを示す図、

【図4】従来の熱処理装置の一例を示す図、

【図5】従来の熱処理装置の他の例を示す図

【図6】第1の実施例において用いた試料の構造を示す図、

【図7】本発明および従来方法によって得られた電圧-電流密度特性を比較した図、

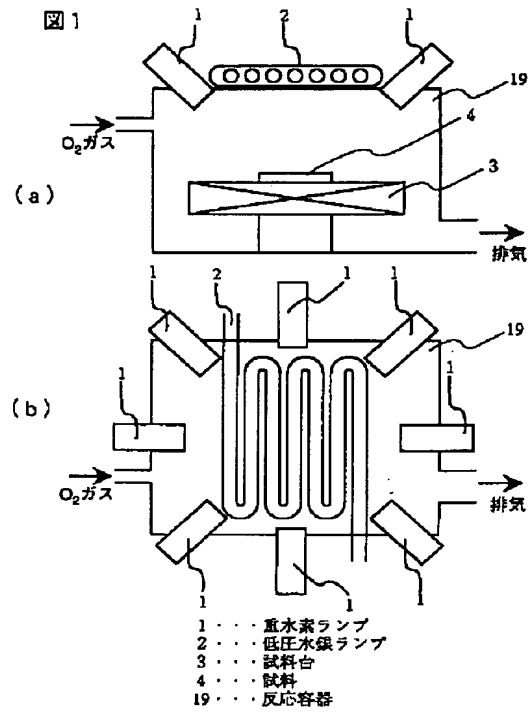
【図8】本発明および従来方法における耐圧の熱処理温度依存性を比較した図、

【図9】本発明の第2の実施例を示すDRAM要部の断面図。

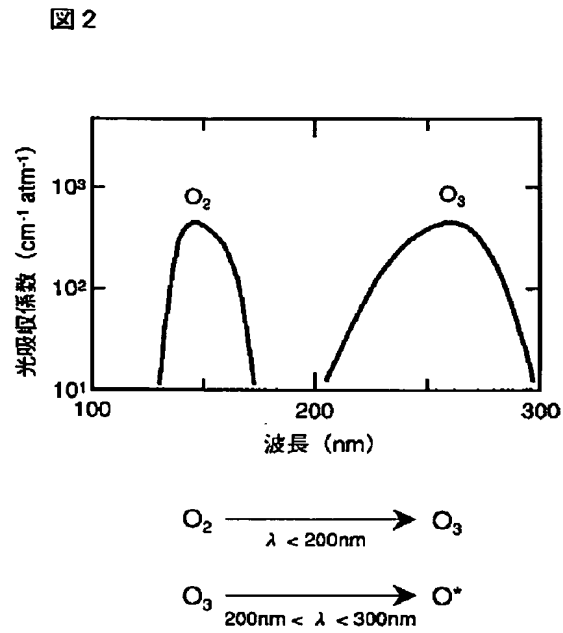
【符号の説明】

1…重水素ランプ、2…低圧水銀ランプ、3…試料台、4…試料、5…プラズマ発生器、6…シリコン基板、7…Ta₂O₅膜、8…W膜、9…Ta₂O₅膜、10…Si基板、11…SiO₂膜、12…TiN膜、13…多結晶シリコン膜、14…n⁺-Si(ソース・ドレイン領域)、15…多結晶シリコン膜(ワード線)、16…PSG/SOG/PSG膜(層間絶縁膜)、17…WSi₂膜(ビット線)、18…BPSG/HLD膜(層間絶縁膜)、19…反応容器。

【図1】

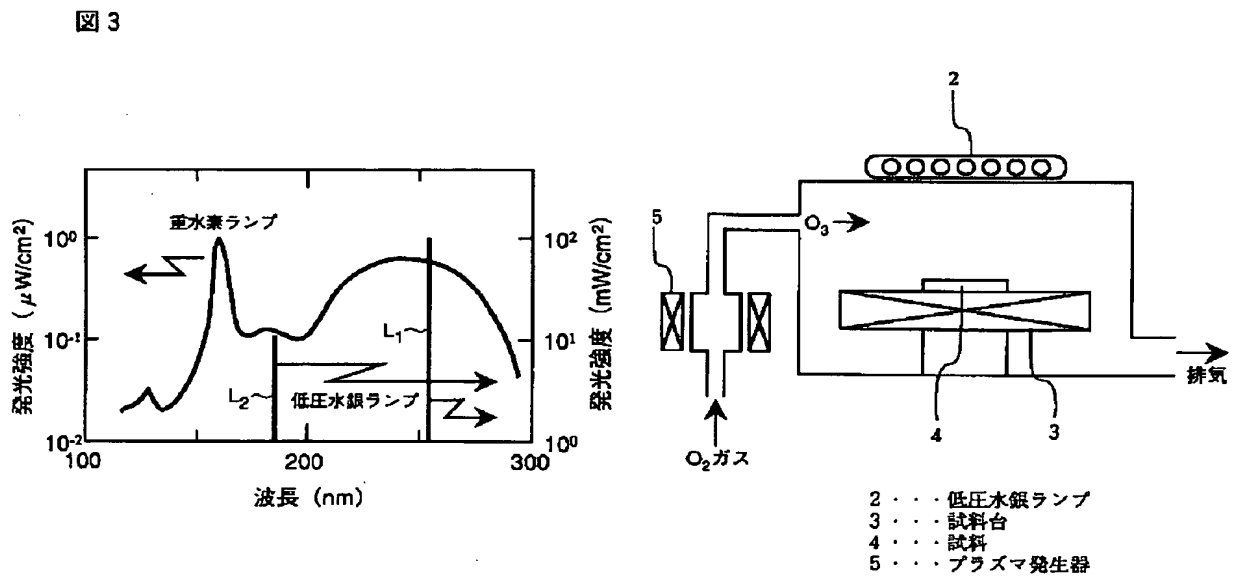


【図2】



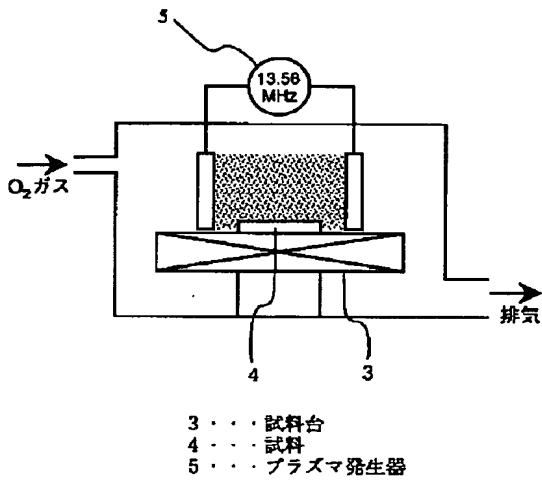
【図4】

図4



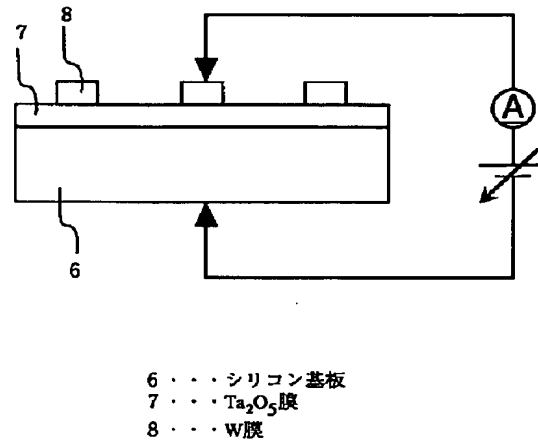
【図5】

図5



【図6】

図6

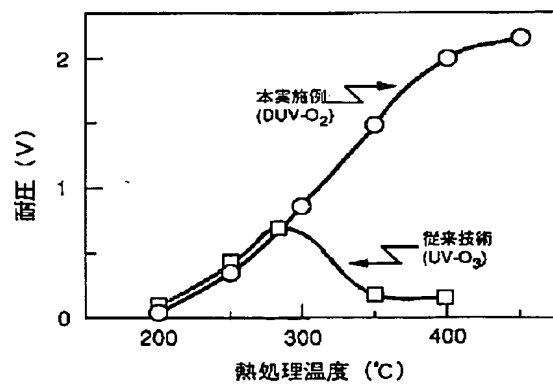
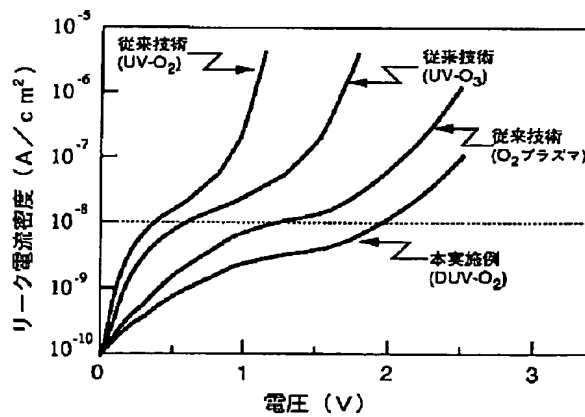


【図8】

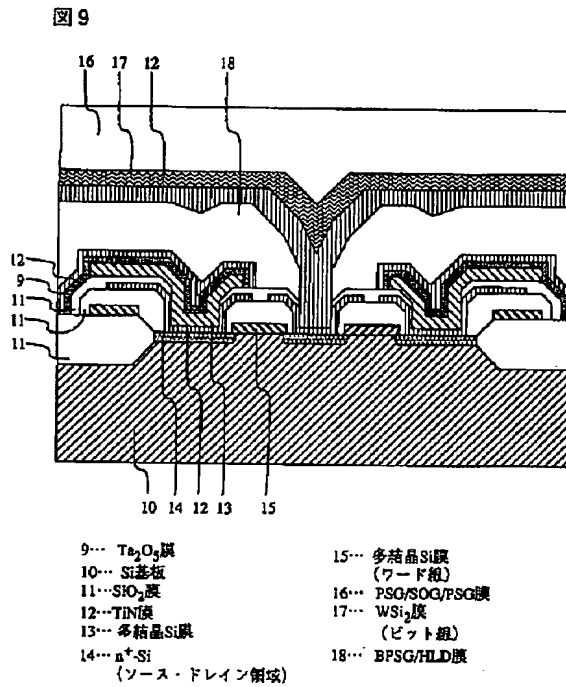
図8

【図7】

図7



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶
 H 0 1 L 21/8242

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(71)発明者 大路 譲
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 飯島 晋平
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.